

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/051006

International filing date: 07 March 2005 (07.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 010 847.1
Filing date: 05 March 2004 (05.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 22 June 2005 (22.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

10 2004 010 847.1

Anmeldetag:

05. März 2004

Anmelder/Inhaber:BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH,
81739 München/DEErstanmelder: Siemens Aktiengesellschaft,
80333 München/DE**Bezeichnung:**Lineare Antriebseinrichtung mit Magnetjochkörper
und permanentmagnetischem Ankerkörper**IPC:**

H 02 K 33/16

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. Mai 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stünne

Beschreibung

Lineare Antriebseinrichtung mit Magnetjochkörper und permanentmagnetischem Ankerkörper

5

Die Erfindung bezieht sich auf lineare Antriebseinrichtungen

- mit wenigstens einer Erregerwicklung zur Erzeugung eines veränderlichen Magnetfeldes,
- mit einem die Erregerwicklung aufnehmenden magnetflussführenden Hauptjochkörper mit Jochschenkeln,
- mit einem wicklungsfreien Gegenjochkörper, der dem Hauptjochkörper gegenüberliegt, wobei zwischen dem Hauptjochkörper und dem Gegenjochkörper ein axialer Spalt vorhanden ist,

10

15 und

- mit einem Ankerkörper mit wenigstens zwei axial hintereinander angeordneten permanentmagnetischen Magnetteilen mit gegensinniger Magnetisierung, wobei der Ankerkörper von dem Magnetfeld der Erregerwicklung in dem Spalt in eine axial oszillierende Bewegung zu versetzen ist.

20

Eine derartige Antriebseinrichtung geht aus der US 5 559 378 A hervor.

Entsprechende Antriebseinrichtungen werden insbesondere dafür eingesetzt, Pumpkolben von Verdichtern in eine lineare, oszillierende Schwingung zu versetzen. Das System aus einem derartigen Verdichter und einer zugeordneten linearen Antriebseinrichtung wird deshalb auch als Linearverdichter bzw. -kompressor bezeichnet (vgl. z.B. JP 2002-031054 A). Bei entsprechenden bekannten Linearverdichtern sind dessen schwingungsfähigen Teile für eine bestimmte Schwingungsfrequenz ausgelegt.

25

30

Die aus der US 5,559,378 A bekannte Antriebseinrichtung weist wenigstens eine Erregerwicklung in einem geblechten Eisenjochkörper in E-Form als einem dreipoligen Hauptjochkörper auf. Diesem liegt ein Gegenjochkörper gegenüber, der keine

35

Erregerwicklungsteile enthält und als den magnetischen Widerstand in einem Magnetflusskreis verringernder Teil dient. Zwischen dem Hauptjochkörper und dem Gegenjochkörper ist ein schlitzartiger Spalt ausgebildet, in dem das Magnetfeld eine von der Stromrichtung abhängige Kraft auf zwei alternierend gepolte, plattenförmige Permanentmagnete eines dort befindlichen, axial beweglichen Ankerkörpers ausübt. Diese Bewegung kann zum Antrieb eines Pumpkolbens eines Verdichters genutzt werden.

10

Bei der aus der US-A-Schrift bekannten Antriebseinrichtung sollen die Polflächen der beiden seitlichen Polschenkel des Hauptjochkörpers vom E-Typ jeweils eine deutlich größere axiale Ausdehnung als der mittlere Polschenkel aufweisen. Dies wird dadurch gewährleistet, dass die seitlichen Polschenkel auf ihrer dem Ankerkörper zugewandten Seite zu einem sich parallel zur Oberfläche des Ankerkörpers erstreckenden Teil abgelenkt ausgebildet sind. Die Herstellung eines entsprechenden Hauptjochkörpers ist entsprechend aufwendig. Außerdem wird damit die Anordnung der Erregerwicklungsteile in den zwischen den Schenkeln ausgebildeten Wicklungsfenstern erschwert.

20

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es somit, die lineare Antriebseinrichtung mit den eingangs genannten Merkmalen dahingehend auszubilden, dass ihr Aufbau vereinfacht ist.

25

Eine erste Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß mit den Maßnahmen nach Anspruch 1 gegeben. Dementsprechend sollen alle Jochschenkel des Hauptjochkörpers an ihren dem Ankerkörper zugewandten Polflächen gleiche axiale Breiten aufweisen, wobei benachbarte Jochschenkel jeweils axial gleich weit um einen Polflächenabstand beabstandet sind, und soll die axiale Ausdehnung jedes Magnetteiles zumindest annähernd gleich der Summe einer Polflächenbreite und einem Polflächenabstand sein. Dabei sollen Abweichungen der Summe um $\pm 10\%$ mit eingeschlossen sein.

30

35

Die mit dieser Ausgestaltung der Antriebseinrichtung verbundenen Vorteile sind insbesondere in einem einfachen und kostengünstigen Aufbau der Erregerwicklung bei gleichzeitig beschränktem Gewicht an magnetflussführendem Material zu sehen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen linearen Antriebseinrichtung gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor. Dabei können für die Antriebseinrichtung nach Anspruch 1 zusätzlich noch folgende Merkmale einzeln oder in Kombination vorgesehen werden:

- So kann der Hauptjochkörper im Bereich seiner Polflächen Polschuhkörper aufweisen, deren axiale Ausdehnung größer ist als die entsprechende Ausdehnung der die Erregerwicklung aufnehmenden Wicklungsfenster zwischen den Jochschenkel. Dabei können die Polschuhkörper an die jeweiligen Jochschenkel ansetzbar sein. Mit dieser Maßnahme wird auf einfache Weise ein größerer Wickelraum und damit ein größerer Drahtquerschnitt in den Wicklungsfenstern erreicht. Verbunden damit ist ein geringerer Spulenwiderstand und folglich weniger elektrische Verluste.

Eine weitere Lösung der genannten Aufgabe ist erfindungsgemäß in den Maßnahmen nach Anspruch 4 zu sehen. Dementsprechend soll die lineare Antriebseinrichtung mit den eingangs genannten Merkmalen dahingehend ausgebildet sein, dass ihr Hauptjochkörper und ihr Gegenjochkörper einen gemeinsamen Jochkörper mit gemeinsamen seitlichen Jochschenkeln bilden, wobei der Hauptjochkörper einen mittleren Jochschenkel besitzt, der an seiner dem Ankerkörper zugewandten Polfläche eine axiale Breite aufweist, die mindestens so groß wie die axiale Ausdehnung jedes Magnetteiles ist.

Diese weitere Ausführungsform zeichnet sich durch eine beschränkte Magnetbreite und damit entsprechend wenig Permanentmagnetmaterial aus. Folglich ist neben dem Materialkostenvorteil auch die bewegte Masse entsprechend geringer.

Vorteilhaft kann diese Ausführungsform einer Antriebseinrichtung zusätzlich noch folgende Merkmale einzeln oder in Kombination aufweisen:

- So kann die axiale Breite des mittleren Jochschenkels größer als die der seitlichen Jochschenkel sein, wobei die axiale Breite der seitlichen Jochschenkel insbesondere jeweils halb so groß wie die des mittleren Jochschenkels ist. Damit ist eine entsprechende Begrenzung des magnetflussführenden Materials des gemeinsamen Jochkörpers verbunden.
- Außerdem ist es besonders vorteilhaft, wenn der Hub des Ankerkörpers während seiner oszillierenden Bewegung kleiner als die entsprechende Ausdehnung jedes die mindestens eine Erregerwicklung aufnehmenden Wicklungsfensters zwischen den Jochschenkeln ist. Dabei kann insbesondere die axiale Ausdehnung jedes Wicklungsfensters gleich dem axialen Abstand der Polfläche des mittleren Jochschenkels von dem entsprechenden seitlichen Jochschenkel sein. Eine einfache Montage der Erregerwicklung ist so möglich. Außerdem wird vermieden, dass der Ankerkörper bei seiner oszillierenden Bewegung an die seitlichen Jochschenkel anschlagen kann.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der beiden Ausführungsformen von erfindungsgemäßen linearen Antriebseinrichtungen können noch zusätzlich folgende Merkmale einzeln oder in Kombination aufweisen:

- So kann der Gegenjochkörper Jochschenkel aufweisen mit den Jochschenkeln des Hauptjochkörpers entsprechender axialer Breite an den Polflächen. Stattdessen ist es auch möglich, dass der Gegenjochkörper plattenförmig oder quaderförmig ausgebildet ist, d.h. keine ausgeprägten Jochschenkel besitzt.
- Besonders vorteilhaft wird die axiale Breite der wenigstens einen Polfläche zumindest annähernd gleich dem Hub des Ankerkörpers bei seiner oszillierenden Bewegung gewählt.

- Zweckmäßig sind die Magnetteile platten- oder streifenförmig ausgebildet.
- Bevorzugt ist der Ankerkörper der Antriebseinrichtung mit einem Pumpkolben eines Verdichters starr verbunden.

5

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen linearen Antriebseinrichtungen gehen aus den vorstehend nicht angesprochenen Unteransprüchen und der Zeichnung hervor.

- 10 Die Erfindung wird nachfolgend an Hand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung noch weiter erläutert. Von den Figuren zeigen
- deren Figur 1 als schematisierte Schrägansicht eine erfindungsgemäße lineare Antriebseinrichtung,
- 15 deren Figur 2 eine besondere Ausführungsform eines Gegenjochkörpers;
- deren Figur 3 eine besondere Ausführungsform eines Hauptjochkörpers
- und
- 20 deren Figur 4 eine besondere Ausführungsform eines Haupt- und Gegenjochkörpers.

Dabei sind in den Figuren sich entsprechende Teile jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

- 25 Bei der in Figur 1 angedeuteten linearen Antriebseinrichtung nach der Erfindung wird von an sich bekannten Ausführungsformen ausgegangen, wie sie für Linearverdichter vorgesehen werden (vgl. die eingangs genannte US 5,559,378 A). Aus der Schrägansicht der Figur sind im Wesentlichen nur ein oberer
- 30 und ein unterer Teil 2a bzw. 2b einer solchen Antriebseinrichtung ersichtlich, wobei diese Teile zu beiden Seiten einer axialen Ebene E angeordnet sind. Die Antriebseinrichtung 2 umfasst in ihrem oberen Teil 2a eine Erregerwicklung 3 in Wicklungsfenster 4 zwischen Jochschenkeln 5a bis 5c eines
- 35 magnetflussführenden Hauptjochkörpers 5. Dieser Jochkörper 5 hat z.B. die bekannte E-Form. In dem unteren Teil 2b auf der gegenüberliegenden Seite der Ebene E ist ein magnetflussfüh-

render Gegenjochkörper 6 ebenfalls in E-Form vorgesehen. Er trägt keine Erregerwicklungsteile, so dass seine Jochschenkel 6a bis 6c gegenüber den Jochschenkeln 5a bis 5c senkrecht zur Ebene E wesentlich kürzer ausgeführt sein können. In einem zentralen, kanalartigen oder schlitzzartigen Spalt 7 zwischen diesen beiden gegenüberliegenden Jochkörpern bzw. ihren gegenüberliegenden Polflächen F_p befindet sich ein magnetischer Anker oder Ankerkörper 8 mit beispielsweise zwei platten- oder streifenförmigen Permanentmagneten 9a und 9b aus einem permanentmagnetischen Material wie z.B. NdFeB. Deren senkrecht zur Ebene E antiparallel gerichteten Magnetisierungen M sind durch gepfeilte Linien angedeutet. Dieser Ankerkörper 8 kann in dem veränderlichen Magnetfeld der Erregerwicklung 3 in axialer Richtung in der Ebene E eine oszillierende Bewegung ausführen. Er weist mindestens einen axial seitlichen, nur angedeuteten Verlängerungsteil 10 auf, der vorteilhaft starr mit einem Pumpkolben 11 eines in der Figur nicht näher ausgeführten Verdichters V verbunden ist. Dieser Pumpkolben führt folglich die axial oszillierende Bewegung des Anker- teils 8 um einen Ankerhub H mit aus.

Erfindungsgemäß sollen alle Jochschenkel 5a bis 5c und 6a bis 6c im Bereich ihrer Polflächen F_p gleiche axiale Breiten b_j aufweisen. Dabei kann die Breite b_j so gewählt werden, dass sie dem Hub H des bewegten Ankerkörpers entspricht. Außerdem werden die axiale Breite b_j und der Polflächenabstand benachbarter Polflächen, der der Wicklungsfensterbreite b_w entspricht, so gewählt, dass die Summe $b_j + b_w$ zumindest annähernd gleich der axialen Ausdehnung b_{pm} jedes Magnetteiles 9a oder 9b ist. Dabei sollen Abweichungen von $\pm 10\%$ vom exakten Wert der Summe zugelassen sein.

Statt des in Figur 1 gezeigten unteren Gegenjochkörpers 6 mit kurzen Jochschenkeln 6a bis 6c kann gemäß Figur 2 auch ein unstrukturierter Gegenjochkörper 13 mit Platten- oder Quaderform vorgesehen sein.

Die im Querschnitt der Figur 3 angedeutete Ausführungsform einer linearen Antriebseinrichtung 15 unterscheidet sich von der nach Figur 1 dadurch, dass in ihrem oberen Teil 2a ihr E-förmiger Hauptjochkörper 16 auf der dem Ankerkörper 8 zugewandten Seite besondere Polschuhe 17a bis 17c aufweist, deren axiale Breite b_j dem Hub H des Ankerteils entspricht, jedoch in den Wicklungsfenstern außerhalb des Bereichs der Polflächen F_p eine größere axiale Ausdehnung b_w besitzt. Hier ist die axiale Breite b_{j1} der einzelnen Jochschenkel 16a bis 16c gegenüber den angesetzten Polschuhen 17a bis 17c verringert und so bemessen, dass der Magnetfluss vom Eisenquerschnitt noch ohne Eisensättigung getragen werden kann.

Gemäß einem entsprechenden konkreten Ausführungsbeispiel für NdFeB-Permanentmagnetteile 9a, 9b sowie Jochkörper 16 und 6 aus einer FeSi-Legierung sind folgende Werte wählbar:

Vorteilhaft wird dabei folgende Beziehung eingehalten:

$$b_{j1} \geq b_j \cdot [B_r/B_{Fe}] \cdot (d_{pm}/d_1).$$

Außerdem sind :

b_j : Breite Polschuh = Hub 20 mm

d_{pm} : Dicke Permanentmagnetteile 3 mm

d_1 : Weite Luftspalt 5 mm

B_r : Remanenz der Permanentmagnetteile 1,1 T

B_{Fe} : Flussdichte im Eisenjochkörper 1,5 T

Für Beispiel: Breite pro Jochschenkel $b_{j1} \geq 9$ mm

Ein weiteres Ausführungsbeispiel einer linearen Antriebseinrichtung 18 ist aus Figur 4 zu entnehmen. Hier sind deren Hauptjochkörper und Gegenjochkörper zu einem gemeinsamen Jochkörper 20 mit M-Form und gemeinsamen seitlichen Jochschenkeln 20a und 20c zusammengefasst. Die axiale Breite b_{j2} seines mittleren, den Spalt 7 für den Ankerkörper 8 freilassenden Jochschenkels 20b soll dabei größer, vorzugsweise etwa doppelt so groß sein wie die entsprechende Breite b_{j3} der seitlichen Schenkel 20a und 20c. Auch hier entspricht der Ankerhub H der axialen Ausdehnung b_{pm} der Magnetteile 9a und

9b, wobei bevorzugt die Breite b_{j2} des mittleren Jochschen-
kels 20b größer oder gleich der Magnetbreite b_{pm} sein sollte.
Wie ferner aus der Figur hervorgeht, ist die Breite b_w der
Wicklungsfenster 4 größer als der Ankerhub H . Dabei sollte
5 auf beiden axialen Seiten des Jochkörpers der Abstand a zwi-
schen dem seitlichen Ende des Ankerkörpers 8 bei dessen maxi-
maler Auslenkung und dem jeweils benachbarten Jochschenkel
20a bzw. 20b noch mindestens die halbe Dicke d_{pm} der Magnet-
teile 9a, 9b des Ankerkörpers 8 betragen; d.h., es sollte
10 gelten : $a \geq d_{pm}/2$. In der Figur ist die maximale Auslenkung
durch gestrichelte Linien angedeutet.

Bei dieser Ausführungsform der Antriebseinrichtung 18 mit M-
Jochkörper 20 wird die mechanische Verbindung 10 beidseitig
15 an dem seitlichen Jochschenkel 20c vorbeigeführt. Gegebenen-
falls ist auch eine Bohrung in diesem Schenkel zur Durchfüh-
rung des Verbindungsteils 10 denkbar.

Patentansprüche

1. Lineare Antriebseinrichtung

- mit wenigstens einer Erregerwicklung zur Erzeugung eines veränderlichen Magnetfeldes,
- mit einem die Erregerwicklung aufnehmenden magnetflussführenden Hauptjochkörper mit Jochschenkeln,
- mit einem wicklungsfreien Gegenjochkörper, der dem Hauptjochkörper gegenüberliegt, wobei zwischen dem Hauptjochkörper und dem Gegenjochkörper ein axialer Spalt vorhanden ist,

und

- mit einem Ankerkörper mit wenigstens zwei axial hintereinander angeordneten permanentmagnetischen Magnetteilen mit gegensinniger Magnetisierung, wobei der Ankerkörper von dem Magnetfeld der Erregerwicklung in dem Spalt in eine axial oszillierende Bewegung zu versetzen ist,

dadurch gekennzeichnet, dass alle Jochschenkel (5a bis 5c) des Hauptjochkörper (5) an ihren dem Ankerkörper (8) zugewandten Polflächen (F_p) gleiche axiale Breite (b_j) aufweisen, wobei benachbarte Jochschenkel jeweils axial gleich weit um einen Polflächenabstand (b_w) beabstandet sind, und dass die axiale Ausdehnung (b_{pm}) jedes Magnetteils (9a, 9b) zumindest annähernd gleich der Summe einer Polflächenbreite (b_j) und einem Polflächenabstand (b_w) ist.

2. Antriebseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptjochkörper (16) im Bereich seiner Polflächen (F_p) Polschuhkörper (17a bis 17c) aufweist, deren axiale Ausdehnung (b_j) größer ist als die entsprechende Ausdehnung (d_w) der die Erregerwicklung (3) aufnehmenden Wicklungsfenster (4) zwischen den Jochschenkeln (16a bis 16c).

3. Antriebseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Polschuhkörper (17a bis 17c) an die jeweiligen Jochschenkel (16a bis 16c) ansetzbar sind.

4. Lineare Antriebseinrichtung

- mit wenigstens einer Erregerwicklung zur Erzeugung eines veränderlichen Magnetfeldes,
- mit einem die Erregerwicklung aufnehmenden magnetflussführenden Hauptjochkörper mit Jochschenkeln,
- mit einem wicklungsfreien Gegenjochkörper, der dem Hauptjochkörper gegenüberliegt, wobei zwischen dem Hauptjochkörper und dem Gegenjochkörper ein axialer Spalt vorhanden ist,

10 und

- mit einem Ankerkörper mit wenigstens zwei axial hintereinander angeordneten permanentmagnetischen Magnetteilen mit gegensinniger Magnetisierung, wobei der Ankerkörper von dem Magnetfeld der Erregerwicklung in dem Spalt in eine axial oszillierende Bewegung zu versetzen ist,

15

dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptjochkörper und der Gegenjochkörper einen gemeinsamen Jochkörper (20) mit gemeinsamen seitlichen Jochschenkeln (20a, 20c) bilden, wobei der Hauptjochkörper einen mittleren Jochschenkel (20b) besitzt, der an seiner dem Ankerkörper (8) zugewandten Polfläche (F_p) eine axiale Breite (b_{j2}) aufweist, die mindestens so groß wie die axiale Ausdehnung (b_{pm}) jedes Magnetteiles (9a, 9b) ist.

20

5. Antriebseinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Breite (b_{j2}) des mittleren Jochschenkels (20b) größer als die der seitlichen Jochschenkel (20a, 20c) ist.

6. Antriebseinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Breite (b_{j3}) der seitlichen Jochschenkel (20a, 20c) jeweils halb so groß wie die des mittleren Jochschenkels (20b) ist.

30

7. Antriebseinrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Hub (H) des Ankerteils (8) während der oszillierenden Bewegung kleiner als die entsprechende Ausdehnung (b_w) jedes die mindestens eine Erregerwick-

35

lung (3) aufnehmenden Wicklungsfensters (4) zwischen den Jochschenkeln (20a bis 20c) ist.

8. Antriebseinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Ausdehnung (b_w) jedes Wicklungsfensters (4) gleich dem maximalen Abstand der Polflächen (f_p) des mittleren Jochschenkels (20b) von den entsprechenden seitlichen Jochschenkeln (20a, 20c) ist.

9. Antriebseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gegenjochkörper (6) Jochschenkel (6a bis 6c) aufweist mit den Jochschenkeln (5a, 5c) des Hauptjochkörpers (5, 16) entsprechender axialer Breite (b_j) an den Polflächen (F_p).

10. Antriebseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Gegenjochkörper (13) plattenförmig oder quaderförmig ausgebildet ist.

11. Linearantrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Breite (b_j) der wenigstens einen Polfläche zumindest annähernd gleich dem Hub (H) des Ankerkörpers (8) bei der oszillierenden Bewegung ist.

12. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetteile (9a, 9b) platten- oder streifenförmig ausgebildet sind.

13. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ankerkörper (8) mit einem Pumpkolben (11) eines Verdichters (V) starr verbunden ist.

Zusammenfassung

Lineare Antriebseinrichtung mit Magnetjochkörper und permanentmagnetischem Ankerkörper

5

Die Antriebseinrichtung enthält zumindest eine Erregerwicklung (3) zur Erzeugung eines veränderlichen Magnetfeldes mit zugeordnetem magnetflussführenden Hauptjochkörper (5) und Gegenjochkörper (6) sowie einen von dem Magnetfeld in eine axial oszillierende Bewegung zu versetzenden Ankerkörper (8) mit zwei permanentmagnetischen Magnetteilen (9a, 9b) zwischen den Jochkörpern. Die Jochschenkel (5a bis 5c, 6a bis 6c) der Jochkörper (5, 6) sollen vorbestimmte, auf die axiale Ausdehnung (b_{pm}) der Magnetteile (9a, 9b) abgestimmte axiale Breiten (b_j) und gegenseitige Abstände (b_w) haben.

10

15

FIG 1



